

Таблица 3

*Усредненный коэффициент концентрации цинка в биологическом материале человек (плацента) на территории Томской области*

Среда	г. Томск	г. Асино	п. Мирный	с. Моряковский затон
Биологический материал человека (плацента)	0,16	0,03	0,11	0,13

Таблица 3 показывает, что из анализируемых населенных пунктов Томской области, максимальный коэффициент концентрации цинка в пробах плаценты, обнаруживается в г. Томске (0,16), наименьшие показатели в плацентарной ткани пациентки из г. Асино (0,03). Показатели из п. Мирный и с. Моряковский затон отличаются друг от друга на 2 сотые, и приблизительно одинаковы.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Всего было исследовано 13 проб биологического материала (плацента) жительниц города Томск, г. Асино, п. Мирный и с. Моряковский затон.
2. Максимальный коэффициент концентрации цинка в пробах плаценты на территории г. Томск обнаруживается в пробах женщины 37 лет (0,71), минимальное содержание в золе плаценты 41 летней женщины (0,06).
3. Выделены повышенные содержания цинка в золе плаценты жительниц г. Томска. Коэффициент концентрации цинка в золе биологического материала женщин (плацента), выявленный на территории г. Томска (0,16), в 5 раз превышает коэффициент концентрации цинка в пробах из г. Асино (0,03).
4. Пробы биоматериала из Октябрьского района г. Томска имеют максимальное значение коэффициента концентрации цинка среди других условно выделенных территорий города.

#### Литература

1. Айламазян Э.К. Влияние экологических факторов на течение гестационного периода // Вестник АМН СССР, 1990. – № 7. – С. 23-25.
2. Алехина Н.Д. Физиология растений: учебник для студ. вузов / Н.Д. Алехина и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 640 с.
3. Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Томск, 2011. – 46 с.
4. Болгова И.В. Таблица Менделеева в живых организмах. Бром // Биология. Приложение к газете «Первое сентября», 2008. – № 13.
5. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. – М.: ИнтегралПресс, 2004. – 727 с.
6. Медведская Т.В., Субботин А.М., Мацинович М.С. Загрязняющие вещества и их влияние на сельскохозяйственную продукцию. – Витебск: ВГАВМ, 2010. – 30 с.
7. Ньюкалова М.А. Влияние цинка на физиологические показатели молодых растений *Helianthus annuus* L // Молодёжь и наука: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – [Электронный ресурс] режим доступа URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2012/section31.html> (дата обращения: 31.01.2015)
8. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. – Томск: Курсив, 2006. – 216 с.
9. Савельева Г.М., Федорова М.В., Клименко П.А. и др. Плацентарная недостаточность. – М.: Медицина, 1991. – 276 с.
10. Талипова С.С. Морфологическая характеристика плаценты рожениц, работающих на хромовом производстве и проживающих в территориальной близости: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. – Актобе, 2000. – 23 с.
11. Тулекеев Т.М., Сакибаев К.Ш., Кенешбаев Б.К. К вопросу носительства хлорорганических пестицидов и особенности микроанатомии плацент жительниц юга Кыргызстана. // Естественные и технические науки, 2005. – № 3. – С. 34-36.
12. Шаршенова А.А., Омурзакова К.С., Саипбаев Б.С. и др. Актуальные аспекты экологического мониторинга ртутно-сурьмяного биогеохимического региона. – Бишкек, 2000. – 226 с.
13. Elinder C.G., Friberg L. Antimony // Handbook on the toxicology of metals. – New York: Elsevier, 1986. – P. 26-42.

#### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МХОВ В БИОМОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

**Н.П. Боженко**

Научный руководитель доцент А.М. Межибор

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Методы, основанные на биоиндикационных и биомониторинговых исследованиях в настоящее время набирают всё большую популярность, т.к. данные методы являются наиболее оптимальными для оценки состояния окружающей среды и прогноза ее изменений. Биомониторинг загрязнений атмосферного воздуха химическими элементами с использованием мхов является в последнее десятилетие одним из самых перспективных и эффективных, популярных, простых в исполнении и менее затратных методов и оценки изменений и контроля качества воздуха [1].

Использование газоанализаторов и исследования на стационарных постах для решения задач мониторинга атмосферы не всегда рациональны, т.к. требует установки большого количества стационарных автоматических постов, а также одновременного отбора проб с высокой частотой (6 раз в сутки). В этом случае использование биологических индикаторов – аккумуляторов атмосферных загрязнений – является более оптимальным способом решения проблемы.

В ходе анализа нескольких публикаций были выделены некоторые виды мхов, которые являются самыми оптимальными биологическими аккумуляторами загрязнений атмосферного воздуха [2, 6, 11]. Это такие виды как: мох сфагнум (*Sphagnopsida*), мох плеурозий (*Pleurozium Sreberi*), пилезия многоцветковая (*Pylaisia polyantha*), листостебельные мхи семейства политриховые (*Polytrichaceae*). Широкое распространение, физиологические и морфологические свойства мхов, их высокая чувствительность к загрязнителям и способность переносить неблагоприятные условия среды позволяют рассматривать эти растения в качестве биоиндикаторов. Мош «впитывает» большой объем микропримесей из атмосферы, накапливая и удерживая их в себе в течение всего времени жизни [9].

Мхи не имеют корневой системы, что делает их оптимальными сорбентами для атмосферных выпадений. В сравнении с традиционными методами исследования загрязнителей атмосферного воздуха, использование мхов в качестве мониторов атмосферного загрязнения имеет весьма ощутимые преимущества. С использованием современных методов химического анализа можно определить количественное содержание того или иного химического вещества, и, следовательно, установить вещественный или элементный состав атмосферных выпадений, накопленных мхами за определенный период времени. Сбор образцов мха несложен, транспортировка и хранение мха не столь затруднительно, помимо этого, не требуется дорогостоящей аппаратуры, как для пробоотбора воздуха и осадков.

Благодаря особому строению поверхности моховой покров является прекрасным сорбентом, а низкий уровень метаболизма способствует накоплению в биомассе веществ широкого спектра. Например, таких как: нефтепродукты, стойкие органические соединения, тяжелые металлы (Pb, Cr, Cd, V, Zn, As), радионуклиды [3, 5, 7, 8, 10]. Разные виды мхов отличаются по способности накапливать химические элементы. Мхи различаются в своем строении, что и обуславливает различную степень захвата химических элементов.

Сфагновые мхи распространены на увлажненных заболоченных территориях. Это многолетние растения с сильно ветвящимся стеблем, высотой 10-20 см. Сфагнум, благодаря особым «воздушным клеткам», способен накапливать в себе различные химические элементы. Эпифитные мхи также способны аккумулировать различные химические элементы. Но эпифиты, в отличие от сфагнума, произрастают в сухом лесном климате на деревьях (тополь, осина), поднимаясь на высоту от поверхности почвы на 10-20 см. Также они распространены на урбанизированных территориях, что позволяет значительно расширить территорию биомониторинга. Мхи данного вида не соприкасаются с почвой, следовательно, на них практически не влияет ее химический состав.

Биомониторинговые исследования загрязнения атмосферного воздуха с каждым годом становятся всё популярнее, вытесняя дорогостоящие и технически сложные методы анализа. В связи с этим возникает вопрос об эффективности некоторых видов мхов-биомониторов. Как уже известно, каждый вид способен аккумулировать различные химические вещества и элементы, в том числе и тяжелые металлы.

Среди разных видов мхов наибольшей удерживающей способностью по отношению к загрязнителям обладают сфагновые мхи [13]. Также, сфагновые мхи обладают наибольшей аккумуляционной способностью по отношению к радионуклидам  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  и  $^{137}\text{Cs}$  [8]. При исследованиях в районах добычи нефти и газа в Томской области [4] были определены уровни концентраций большого спектра химических элементов в сфагновых мхах. В некоторых пробах отмечены повышенные по сравнению с фоном содержания Na, Cr, Sc, Zn, Fe, Ca, Ba, лантаноидов, Th и Hf. Кроме того, биомониторинг с помощью сфагновых мхов позволяет выявить химические элементы, которые являются типичными элементами для ядерных производств (на примере СХК, г. Северск, Томская область) [7].

Конечно, сфагновые мхи не являются идеальным вариантом – сфагнум произрастает только на увлажненных территориях, чаще всего на болотах, это территориально ограничивает проведение биомониторинга и исследований именно с применением сфагнового мха.

Не стоит забывать и о других видах. Например, листостебельный мош - *Pleurozium Sreberi* произрастает на сухой лесной подстилке, что в сравнении с мхом сфагнумом значительно упрощает пробоотбор, а также расширяет территорию проведения биомониторинга. По материалам публикаций [12, 13], данный вид мха оптимально подходит для аккумуляции тяжелых металлов в европейской части России и наиболее прочно удерживает  $^{137}\text{Cs}$ , что способствует использованию данного вида мха для биомониторинга повсеместно. Экспериментальные исследования способности зеленых листостебельных мхов к накоплению нефтепродуктов подтверждают возможность их использования в качестве организмов-биомониторов при оперативной и точной оценке атмосферного загрязнения природной среды нефтепродуктами [3]. Существенно облегчает работу в ведении комплексного экологического состояния природной среды такой аспект, как равная степень реакции на насыщение парами керосина, как живыми зелеными, так и отмершими частями мха.

Исследования некоторых видов мхов [7], с целью выявления оптимального вида мха для оценки загрязнения атмосферы на территории завода по уничтожению химического оружия, расположенного в Кировской области показали, что наиболее оптимальным видом мха-аккумулятора является мош *Pleurozium Sreberi*, который является самым распространенным видом мха в Кировской области. При изучении химического состава проб этого мха, были выявлены основные вещества-загрязнители атмосферы, установлена степень загрязнения окружающей среды и распределение загрязнителей по исследуемой территории. Результаты исследований позволяют считать, что мош *Pleurozium Sreberi* перспективен как биоаккумулятор атмосферных выпадений металлов с целью оценки степени загрязнения территории при условии решения вопросов его

накопительной способности по отношению к различным металлам и воспроизводимости результатов аналитических определений.

Говоря об эффективности каждого вида, необходимо учитывать, в первую очередь, самый важный показатель – распространенность данного вида, т.е. возможность произрастания во многих природных зонах с различными климатическими условиями. Так как у каждого вида свои ареалы распространения, говорить о самом подходящем виде мха затруднительно.

В ходе анализа нескольких публикаций был выделен самый оптимальный вид мха-биомонитора – сфагнум. Данный вид имеет наибольшую способность накапливать и удерживать широкий спектр химических элементов из атмосферных выпадений, также он является оптимальным аккумулятором по отношению к радионуклидам. Но, как уже было сказано ранее, сфагнум произрастает только на увлажненных (заболоченных) территориях, поэтому изучение данного вида мха ограничено.

#### Литература

1. Ашихмина Т.Я., Тимонюк В.М. Мох *Pleurozium Schreberi* как биоиндикатор загрязнения атмосферы // *Естествознание и гуманизм: Сб. научных трудов*, 2008. – Т. 5. – № 1. – С. 112-113.
2. Железнова Г.В., Шубина Т.П. Мхи естественных среднетаежных растительных сообществ Южной части Республики Коми // *Теоретическая и прикладная экология*, 2010. – № 4. – С. 76-83.
3. Кузнецова И.А., Холостов С.Б. Листостебельные мхи как биоиндикаторы нефтяного загрязнения природной среды района падения отделяющихся частей ракет-носителей // *Успехи современного естествознания*, 2013. – № 6. – С. 98-101.
4. Межибор А.М., Большунова Т.С. Биогеохимическая характеристика сфагновых мхов и эпифитных лишайников в районах нефтегазодобывающего комплекса Томской области // *Известия Томского политехнического университета*, 2014. – Т. 325. – № 1. – С. 205-213.
5. Нифонтова М.Г. Использование лишайников и мхов для оперативного определения радиоактивного загрязнения природной среды // *Дефектоскопия*, 2005. – № 1. – С. 80-84.
6. Рогова Н.С., Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Меркулов В.Г. Изучение аккумуляционных свойств мхов, используемых при мониторинге загрязнений атмосферы // *Оптика атмосферы и океана*, 2011. – № 1. – С. 79-83.
7. Рогова Н.С. Разработка метода экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами: автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Томск, 2013. – 22 с.
8. Рыжакова Н.К., Бабешина Л.Г., Рогова Н.С. Изучение аккумуляционной способности сфагновых мхов по отношению к долгоживущим изотопам // *Химия растительного сырья*, 2011. – № 1. – С. 163-167.
9. Рыжакова Н.К., Борисенко А.Л., Меркулов В.Г., Рогова Н.С. Контроль состояния атмосферы с помощью мхов – биоиндикаторов // *Оптика атмосферы и океана*, 2009. – № 1. – С. 101-104.
10. Собченко В.А., Переволоцкий А.Н., Храмченкова О.М. Опыт изучения десорбции  $^{137}\text{Cs}$  различными видами мхов // *Материалы международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Н.В. Тимофеева-Ресовского*. – Минск, 2000. – С. 55-57.
11. Пат. 2321030 Россия МКИ G 01W № 1/00, A 01G № 15/00 Способ оценки содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе с помощью листостебельных мхов / Вдовина И.В., Красногорская Н.Н., Минуллина Г.Р., Баишева Э.З. Заявлено. 19.06.2006; Опубл. 27.03.2008. – 3 с.
12. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах: По материалам 10-летних исследований в зоне влияния аварии на ЧАЭС. – М.: Наука, 1999. – 268 с.
13. Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Роль мохового покрова лесных экосистем в биогеохимической миграции загрязнителей различной природы // *Научные труды БГИТА*, 2003. – Т. 7. – С. 64-66.

#### ПРОБЛЕМАТИКА ВЫБОРА ФОНОВЫХ РАЙОНОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЛИШАЙНИКОВ

Т.С. Большунова<sup>1,2</sup>

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Открытое акционерное общество «ТомскНИПИнефть», г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Для выбора фоновой территории обычно руководствуются фактором удаленности оцениваемой территории от антропогенных источников. В настоящее время такие районы практически отсутствуют, и, даже в случае отсутствия антропогенного воздействия, играют роль трансграничные переносы загрязняющих веществ, способные для определенных регионов оказывать более сильное влияние, нежели локальные источники [4]. Кроме того, существуют и природные факторы, определяющие повышенный региональный фон для некоторых химических элементов. Типы растительных поясов и почвенного покрова также оказывают влияние на содержание химических элементов в растениях [1]. Таким образом, определение фоновых параметров достаточно непростая задача.

Целью работы является оценка влияния эколого-геохимических факторов на уровни накопления химических элементов в эпифитных лишайниках, отобранных в практически незатронутых антропогенной деятельностью участках. Кроме того, мы попытались определить генерализованные концентрации химических элементов в эпифитных лишайниках, произрастающих на различных территориях.

Отбор проб эпифитных лишайников осуществлялся в 2006, 2012 и 2013 гг. на территории Томского района Томской области, Кузнецкого Алатау Кемеровской области, с. Голуметь Иркутской области, Забайкальского национального парка Республики Бурятия, восточных Альп Австрии. В общей сложности с пяти вышеперечисленных районов были отобраны 22 пробы эпифитных лишайников. Каждая из территорий